

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年12月10日

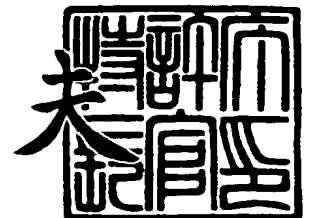
出願番号
Application Number: 特願2002-358782
[ST. 10/C]: [JP2002-358782]

出願人
Applicant(s): 株式会社半導体エネルギー研究所

2003年10月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3088948

【書類名】 特許願

【整理番号】 P006796

【提出日】 平成14年12月10日

【あて先】 特許庁長官 殿

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

 【氏名】 山崎 舜平

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

 【氏名】 荒井 康行

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

 【氏名】 渡辺 康子

【特許出願人】

 【識別番号】 000153878

 【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所

 【代表者】 山崎 舜平

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 002543

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理装置及びプラズマ処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で第 1 及び第 2 の電極間にプロセス用ガスを導入するガス供給手段と、

前記プロセス用ガスが導入された状態で、前記第 1 又は前記第 2 の電極に高周波電圧を印加してプラズマを発生させるプラズマ発生手段と、

前記プロセス用ガス又は搬送用ガスを被処理物に吹き付けることで、前記被処理物を浮上させて搬送する搬送手段とを有し、

前記プラズマ及び前記被処理物の相対位置を移動して、前記被処理物の表面にエッチング処理、アッシング処理、又はプラズマ CVD 法による薄膜の成膜を行うことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】

大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で第 1 及び第 2 の電極間にプロセス用ガスを導入するガス供給手段と、

前記プロセス用ガスが導入された状態で、前記第 1 又は前記第 2 の電極に高周波電圧を印加してプラズマを発生させるプラズマ発生手段と、

前記プロセス用ガス又は搬送用ガスを被処理物に吹き付けることで、前記被処理物を浮上させて搬送する搬送手段とを有し、

前記プラズマにより部品のクリーニング処理を行うことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 3】

大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で第 1 及び第 2 の電極間にプロセス用ガスを導入するガス供給手段と、

前記プロセス用ガスが導入された状態で、前記第 1 又は前記第 2 の電極に高周波電圧を印加してプラズマを発生させるプラズマ発生手段と、

前記プロセス用ガス又は搬送用ガスを被処理物に吹き付けることで、前記被処理物を浮上させて搬送する搬送手段とを有し、

前記プラズマ及び前記被処理物の相対位置を移動して、前記被処理物の表面にエッチング処理、アッシング処理、又はプラズマCVD法による薄膜の成膜を行い、

前記第1の電極は、前記第2の電極の周囲を取り囲み、かつ、その先端にノズル状の前記ガスの供給口を有する円筒状であることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項4】

大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で第1及び第2の電極間にプロセス用ガスを導入するガス供給手段と、

前記プロセス用ガスが導入された状態で、前記第1又は前記第2の電極に高周波電圧を印加してプラズマを発生させるプラズマ発生手段と、

前記プロセス用ガス又は搬送用ガスを被処理物に吹き付けることで、前記被処理物を浮上させて搬送する搬送手段とを有し、

前記プラズマにより部品のクリーニング処理を行い、

前記第1の電極は、前記第2の電極の周囲を取り囲み、かつ、その先端にノズル状の前記ガスの供給口を有する円筒状であることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項5】

請求項1乃至請求項4のいずれか一項において、前記搬送用ガスの吹き付けと吸引を同時に行うことにより、前記被処理物と前記プラズマの距離を調整することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項6】

請求項1乃至請求項4のいずれか一項において、前記プロセス用ガス及び前記搬送用ガスを加熱する加熱手段を有することを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項7】

請求項1乃至請求項4のいずれか一項において、前記第1及び前記第2の電極は前記搬送手段により外部と分離されることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項8】

請求項1乃至請求項4のいずれか一項において、前記被処理物は、ガラス基板

、樹脂基板及び半導体基板から選択された一つであることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項において、前記プロセス用ガスは、 Si_xH_y 、 SiH_xCl_y の原料ガスと、水素、酸素、窒素のうちの一つと希ガスとの混合ガスであることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項において、前記プロセス用ガスは、 NF_3 、フロロカーボン、 SF_6 、 CO_x の原料ガスと、水素、酸素のうちの一つと希ガスとの混合ガスであることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項において、前記プロセス用ガスは、酸素と、水素、フロロカーボン、 NF_3 、 H_2O 、 CHF_3 のうちの一つであることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 12】

大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で第 1 及び第 2 の電極間にプロセス用ガスを導入し、

前記プロセス用ガスが導入された状態で、前記第 1 又は前記第 2 の電極に高周波電圧を印加してプラズマを発生させ、

前記プロセス用ガス又は搬送用ガスを被処理物に吹き付けることで、前記被処理物を浮上させて搬送し、

前記プラズマ及び前記被処理物の相対位置を移動して、前記被処理物の表面にエッチング処理、アッシング処理、又はプラズマ CVD 法による薄膜の成膜を行うことを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項 13】

大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で第 1 及び第 2 の電極間にプロセス用ガスを導入し、

前記プロセス用ガスが導入された状態で、前記第 1 又は前記第 2 の電極に高周波電圧を印加してプラズマを発生させ、

前記プロセス用ガス又は搬送用ガスを被処理物に吹き付けることで、前記被処理物を浮上させて搬送し、

前記プラズマにより部品のクリーニング処理を行うことを特徴とするプラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、薄膜の成膜、エッチング、アッシング等のプラズマ処理を効率よく行うプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

絶縁体上に多結晶半導体により形成された半導体素子を用いて、画素や駆動回路を形成する技術は、小型化及び低消費電力化に大きく貢献するため、活発に開発が進められている。半導体素子の形成には、プラズマ装置が多くの場合に用いられるが、このプラズマ装置には、略々大気圧で動作し、ガス流によるプロセス空間等の隔離を行うことでロードロックが不必要のものがある（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0 0 0 3】

【特許文献 1】 特開 2 0 0 1 - 9 3 8 7 1 号公報

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

生成されるプラズマと被処理物との距離の精密な制御は難しかった。また近年では軽量化及び作製工程の効率化に伴い、基板の厚さは 1 ～ 1 0 ミリと薄くなり、また幅や長さが 1 m 以上と大型化しているため、基板の搬送が難しく、搬送の途中で基板にそりが生じたり、破損したりしていた。

【0 0 0 5】

そこで本発明は、プラズマと被処理物との距離の精密な制御を可能とし、厚さが薄く大型化した基板の搬送を容易にしたプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法を提供する。

【0006】**【課題を解決するための手段】**

上述した課題を解決するために、本発明においては以下の手段を講じる。

【0007】

本発明のプラズマ処理装置は、大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で第1及び第2の電極間にプロセス用ガスを導入するガス供給手段と、前記プロセス用ガスが導入された状態で、前記第1又は前記第2の電極に高周波電圧を印加してプラズマを発生させるプラズマ発生手段と、前記プロセス用ガス又は搬送用ガスを被処理物に吹き付けることで、前記被処理物を浮上させて搬送する搬送手段とを有する。そして、前記プラズマ及び前記被処理物の相対位置を移動して、前記被処理物の表面にエッチング処理、アッシング処理、プラズマCVD法による薄膜の成膜、又は前記プラズマを用いて部品のクリーニング処理を行う。また、プラズマ供給手段において、前記第1の電極は、前記第2の電極の周囲を取り囲み、かつ、その先端にノズル状の前記ガスの供給口を有する円筒状であることを特徴とする。

【0008】

上記プラズマ処理装置においては、用いるガスを適宜変更することで、プラズマCVD法による被膜の成膜、エッチング処理、アッシング処理、又は部品のクリーニング処理のいずれかを行うことができる。

【0009】

本発明は、大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で第1及び第2の電極間にプロセス用ガスを導入し、前記プロセス用ガスが導入された状態で、前記第1又は前記第2の電極に高周波電圧を印加してプラズマを発生させ、前記プロセス用ガス又は搬送用ガスを被処理物に吹き付けることで、前記被処理物を浮上させて搬送する。また前記プラズマ及び前記被処理物の相対位置を移動して、前記被処理物の表面にエッチング処理、アッシング処理、プラズマCVD法による薄膜の成膜、又は前記プラズマを用いて部品のクリーニング処理を行うことを特徴とする。

【0010】**【発明の実施の形態】**

本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは、当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【0011】

(実施の形態)

本実施の形態では、本発明のプラズマ処理装置について、図1～3、図6を用いて説明する。図1(A)は本発明に係るプラズマ処理装置の上面図であり、図1(B)は断面図である。同図において、21は被処理物12のカセット室である。カセット室21には、表面処理が行われるガラス基板、樹脂基板、半導体基板等の被処理物12がセットされる。被処理物12としては、大型基板（例えば300mm×360mm）、通常基板（例えば127mm×127mm）問わず、所望のサイズの基板が用いられる。なおカセット室21にセットされる基板には、洗浄などの前処理をあらかじめ行っておくことが好ましい。

【0012】

22は搬送室であり、搬送機構20により、カセット室21に配置された被処理物12を、ロボットアームによりプラズマ処理室23に搬送する。搬送室22に隣接するプラズマ処理室23には、防塵のために外気を遮断するように空気の流れをつくり、且つ被処理物12の搬送も行う搬送手段18、加熱手段19及びプラズマ発生手段25が設けられる。加熱手段19は、ハロゲンランプ等の公知の加熱手段を用いればよく、被処理物12の下面から加熱する。18は気流制御手段、26はガスの吹き出し口であり、ガス供給手段29から供給される不活性ガスなどの搬送用ガスを用いて気流の制御を行う。本発明では、大気圧又は大気圧近傍下で動作させるため、気流制御手段18により、プラズマ発生手段25付近の気流を制御することのみで、外部からの汚染や反応生成物の逆流を防止することができる。つまり、外界との分離はこの気流制御手段18のみで行うことも可能であり、プラズマ処理室23を完全に密閉する必要がない。また本発明は、減圧装置に必要である真空引きや大気開放の時間が必要なく、複雑な真空系を配

置する必要がない。

【0013】

また、ガス供給手段 29 から供給されるガスは、加熱手段 28 により所望の温度（50 度～800 度）に加熱され、この加熱されたガスを被処理物 12 に吹き付けることで、この被処理物 12 を加熱する。この加熱手段 28 は、気体を加熱できるものであれば、特に限定されず、公知のものをを用いればよい。本発明では、加熱されたガスを被処理物 12 の上面に吹き付けて加熱し、さらに、加熱手段 19 により被処理物 12 の下面を加熱する。このように、被処理物 12 の両面を加熱することで、当該被処理物 12 を均一に加熱する。また、ガス供給手段 29 から供給される搬送用ガスには、不活性ガスをを用いればよい。

【0014】

プラズマ発生手段 25 は、第 1 の電極 13 及び第 2 の電極 14 により構成され、高周波電源 17、排気系、ガス供給手段などに接続される。プラズマ処理室 23 において、所定の表面処理が終了した被処理物 12 は、搬送室 24 に搬送され、この搬送室 24 から別の処理室に搬送される。

【0015】

次いで、プラズマ発生手段 25 の詳細な構成について、図 2 の断面図を用いて説明する。図 2 における点線は、ガスの経路を示す。13、14 はアルミニウム、銅、ステンレスなどの導電性を有する金属からなる電極であり、第 1 の電極 13 は電源（高周波電源）17 に接続されている。なお第 1 の電極 13 には、冷却水を循環させるための冷却系（図示せず）が接続されていてもよい。冷却系を設けることによって、冷却水の循環により連続的に表面処理を行う場合の加熱を防止して、連続処理による効率の向上が可能となる。第 2 の電極 14 は、第 1 の電極 13 の周囲を取り囲む形状を有し、電気的に接地されている。そして、第 1 の電極 13 と第 2 の電極 14 は、その先端にノズル状のガスの供給口を有する円筒状を有する。この第 1 の電極 13 と第 2 の電極 14 の両電極間の空間には、加熱手段 28 により加熱されたガスが供給される。そうすると、この空間の雰囲気は置換され、この状態で高周波電源 17 により第 1 の電極 13 に高周波電圧（10～500 MHz）が印加されて、前記空間内にプラズマ 11 が発生する。このプ

ラズマ 11 により生成されるイオン、ラジカルなどの化学的に活性な励起種を含む反応性ガス流を被処理物 12 の表面に向けて照射することによって、該被処理物 12 の表面における薄膜の形成や洗浄などの表面処理を行う。

【0016】

また図 2 中、27 はバルブ、28 は加熱手段、29～31 はガス供給手段、32 は排気ガス、33 はフィルタである。加熱手段 28 は、ガス供給手段 29～31 より供給されるガスを所望の温度（50～800 度）になるまで加熱する。なお、29 は搬送用ガスのガス供給手段、30 は精製ガスのガス供給手段、31 はプロセス用ガスのガス供給手段である。搬送用ガスは、不活性ガスなどの処理室内で行う表面処理に影響を及ぼすことがないガスを用いる。また、プロセス用ガスは、処理室内で行う表面処理の種類に合わせて適宜設定する。排気ガス 32 は、バルブ 27 を介して、フィルタ 28 に導入される。フィルタ 28 では、排気ガスに混入したゴミを除去する。そして、フィルタ 28 により精製されたガスは再び精製ガスのガス供給手段 31 に導入されて、再度プロセス用ガスとして用いられる。

【0017】

また上述したように、気流制御手段 18 から斜め方向と垂直方向に吹き付けられるガスと両電極間の空間からのガスにより、被処理物 12 は、水平に浮上して、非接触状態で進行方向に搬送される。電極付近では、ガスは上向きに吹き出し、このガスにより被処理物 12 は浮上する。また気流制御手段 18 付近では、ガスの吹き付けと吸引を同時に行って、被処理物 12 が浮上する高さを制御する。さらに、バルブ 27 を用いて、被処理物 12 の水平精度をガスの流量により調整し、被処理物 12 と第 1 及び第 2 の電極 13、14 との距離を精密に調整する。本構成により、搬送が困難である大型で薄い被処理物 12 に対しても、歪んだり、そりが生じたり、最悪の場合割れたりする事態を防止する。

【0018】

また、上記の図 1、2 とは異なり、複数のプラズマ発生手段を進行方向に順に配置することで、被処理物 12 に複数の表面処理を連続的に行ってもよい。例えば、図 3 に示すように、複数のプラズマ発生手段 25A～25C を順に配置し、

被処理物 12 を進行方向に搬送することで、複数の表面処理を連続的に行う。これは、本発明のプラズマ処理装置が、大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で動作するものであるため、各表面処理を行う処理室を別々に設ける必要はなく、気流制御手段 18 を設けることだけで、外部からの汚染を防止することができることによる。また、本発明では、プラズマ発生手段 25 を固定しておいて、気体を制御する気流制御手段 18 を被処理物 12 の搬送手段として用いる。その為、複数の表面処理を連続的に行う場合には、同じ処理室内にプラズマ発生手段を進行方向に順に配置し、気流制御手段 18 を用いて被処理物 12 を搬送すればよい。

【0019】

なお上記の図 1～3 では、気流制御手段 18 を用いて、被処理物 12 を搬送していた。しかし、図 6 (A) (B) に示すように、気流制御手段 18 と機械式のロボットアーム 51 を用いて、被処理物 12 を搬送してもよい。そうすると、被処理物 12 を進行方向に水平に搬送することができる。また、ロボットアーム 51 ではなく、図 6 (C) に示すように、被処理物 12 の進行方向にレール 53 を設置して、そのレール 53 を走行する台車 52 に設けられた被処理物 12 の固定装置を用いて、被処理物 12 を水平に搬送してもよい。

【0020】

本発明は、加熱したガスを吹き付けることで被処理物を均一に加熱し、また前記ガスにより被処理物を水平かつ非接触状態で浮上させるとともに移動させて、効率よくプラズマ処理を行うプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法を提供する。また、垂直方向と斜め方向に気体を噴射する気流制御手段により被処理物（特に大型な基板に好適）全面を移動させ、かつ気流制御手段において被処理物に対し吹き付けと吸引を同時に行って被処理物の浮上高さを調整し、また被処理物の水平精度をガス流量で調整して被処理物の高さを精密に調整する。上記構成を有する本発明は、プラズマと被処理物の間の制御を容易に行うことができる。さらに本発明は、被処理物の大きさに制約されず、また被処理物の表面の形状に沿わせて搬送することで、適正且つ容易にプラズマ処理することができる。

【0021】

また上記構成を有する本発明は、被膜の成膜速度、エッチング処理の速度、ア

ッシング処理の速度が向上する。さらに、同じ処理室内に、プラズマ発生手段を順に配置することで、複数回の表面処理を連続的に行うことができるため、製造装置が簡略化する。

【0022】

【実施例】

（実施例1）

本実施例では、本発明のプラズマ処理方法について説明する。以下には、被処理物の表面に化学気相成長法を用いて薄膜を成膜する場合、エッチング処理、アッシング処理、クリーニング処理を行う場合について説明する。

【0023】

本発明のプラズマ処理方法を用いて、被処理物12の表面に化学気相成長法（CVD法）を用いて薄膜を形成する場合には、図1乃至図3におけるプロセス用ガスのガス供給手段31から Si_xH_y 、 SiH_xCl_y などの原料ガスと、水素、酸素、窒素のうちの一つと希ガスとの混合ガスをプラズマ発生手段25に供給して、プラズマを発生させることにより行う。例えば、 SiCl_4 （四塩化シリコンガス）と、水素ガスと希ガスとの混合ガスを用いて、シリコンの成膜を行う。

【0024】

被処理物12の表面にエッチング処理を行う場合には、ガス供給手段31から NF_3 、フロロカーボン、 SF_6 、 CO_x などの原料ガスと、水素、酸素のうちの一つと希ガスとの混合ガスをプラズマ発生手段25に供給して、プラズマを発生させることにより行う。例えば、 NF_3 や SF_6 などの原料ガスを用いてフッ素原子を発生させ、これが固体のシリコンと反応して揮発性の SiF_4 ガスとして気化させ、外部に排気することにより、エッチング処理を行う。

【0025】

被処理物12の表面にアッシング処理を行う場合には、ガス供給手段31から酸素の原料ガスと、水素、フロロカーボン（ CF_4 ）、 NF_3 、 H_2O 、 CHF_3 のうちの一つとプラズマ発生手段25に供給して、プラズマを発生させることにより行う。例えば、感光性有機レジストのアッシング処理は、酸素とフロロカーボンを導入して、 CO_2 、 CO 、 H_2O にして、剥離させることによってアッシング

処理が行う。

【0026】

また、本発明のプラズマ処理装置を構成する部品のクリーニング処理を行ってもよく、特に電極18、19のクリーニング処理を行ってもよい。その際、NF₃、フロロカーボン、SF₆、CO_xなどのガス、特に有機物の場合はO₂を用いたプラズマによりクリーニングを行う。

【0027】

本実施例は、実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【0028】

(実施例2)

本実施例では、本発明のプラズマ処理装置を用いて、被処理物（基板）の表面処理を連続的に行って、薄膜トランジスタ（所謂ボトムゲート型）を作製する場合について説明する。ここでは、Nチャネル型TFT及びPチャネル型TFTを同一基板上に作製する作製工程について図4、5を用いて説明する。

【0029】

基板200には、ガラス基板等の絶縁表面を有する基板を用いる（図4（A））。そして基板200上には、W-Si（タングステンシリコン）、Ag（銀）、TaN（窒化タンタル）などの金属に所定のパターン加工を行って、ゲート電極209、210を50～500nmの厚さに形成する。本実施例では、ゲート電極209、210として、W-Si（タングステンシリコン）をW（タングステン）のターゲットを用いたスパッタリング法で200nmの厚さに形成した。このときの上面図を図4（F）に示す。

【0030】

続いて、ゲート電極209、210上にゲート絶縁膜211を形成する（図4（B））。ゲート絶縁膜211は本発明のプラズマ処理装置を用いて、プラズマCVD法により、膜厚を30～200nmとして珪素を含む絶縁膜で形成する。またゲート絶縁膜211は2層構造とし、1層目として、TEOS（Tetraethyl orthosilicate）とO₂の混合ガスをを用いて成膜される酸化珪素膜211aを10～200nm（好ましくは50～100nm）の厚さに形成し、2層目として、SiH

4及びN₂を反応ガスとして成膜される窒化珪素膜211bを50～200nm（好ましくは100～150nm）の厚さに形成する。本実施例では、酸化珪素膜211aを成膜するプラズマ発生手段と、窒化珪素膜211bを成膜するプラズマ発生手段とを進行方向に順に配置し、各プラズマ発生手段において、ガス供給手段から供給されるガスを適宜変えて、1層目の酸化珪素膜211aを50nm、2層目の窒化珪素膜を100nmの厚さに連続的に形成した。なお、各プラズマ発生手段は気流制御手段により分離され、また当該気流制御手段により被処理物12は非接触状態で浮上させて搬送した。

【0031】

なおゲート絶縁膜22は2層構造に限らず、3層以上の構造にしてもよいし、また酸化珪素膜、窒化珪素膜以外の材料を用いて構成してもよいが、各々の層に用いる薄膜の誘電率を考慮して、TF_Tとして所望の容量が得られるように設定する。

【0032】

次いで、ゲート絶縁膜211上に非晶質半導体膜213を形成する（図4（C））。非晶質半導体膜213は、本発明のプラズマ処理装置を用いて、プラズマCVD法により、SiH₄ガスを用いて25～80nm（好ましくは30～60nm）の厚さで成膜する。本実施例では、上記のゲート絶縁膜211を成膜したプラズマ発生手段の次に、非晶質半導体膜213を成膜するプラズマ発生手段を進行方向に順に配置することで、上記のゲート絶縁膜211に引き続き、膜厚50nmの非晶質珪素膜も連続的に成膜した。

【0033】

続いて、レーザ結晶化法により、非晶質半導体膜213を結晶化させて、結晶質半導体膜214を形成する（図4（D））。なお、レーザ結晶化法で結晶質半導体膜を作製する場合のレーザは、連続発振またはパルス発振の気体レーザ又は固体レーザを用いれば良い。前者の気体レーザとしては、エキシマレーザ、YAGレーザ等が挙げられ、後者の固体レーザとしては、Cr、Nd等がドーピングされたYAG、YVO₄等の結晶を使ったレーザ等が挙げられる。なお非晶質半導体膜の結晶化に際し、大粒径に結晶を得るためには、連続発振が可能な固体レ

ーザを用い、基本波の第2～第4高調波を適用するのが好ましい。上記レーザーを用いる場合には、レーザー発振器から放射されたレーザービームを光学系で線状に集光して、半導体膜に照射すると良い。結晶化の条件は適宜設定されるが、エキシマレーザーを用いる場合はパルス発振周波数300Hzとし、レーザーエネルギー密度を100～700mJ/cm²（好ましくは200～300mJ/cm²）とすると良い。

【0034】

本実施例では、YAGレーザーを用い、その第2高調波を用いてパルス発振周波数1～300Hzとし、レーザーエネルギー密度を300～1000mJ/cm²（好ましくは350～500mJ/cm²）して結晶質半導体膜214を形成した。このとき、幅100～1000μm（好ましくは幅400μm）で線状に集光したレーザー光を基板全面に渡って照射し、このときの線状ビームの重ね合わせ率（オーバーラップ率）を50～98%として行っても良い。また本実施例では、上記のゲート絶縁膜211と非晶質半導体膜213とを成膜した同じ処理室内に、基板200の進行方向に従って、レーザー照射装置を配置した。そして、同じ処理室内で、非晶質珪素膜213の成膜に引き続き、当該非晶質珪素膜213のレーザー結晶化までを連続的に行った。

【0035】

続いて、結晶質半導体膜214上に絶縁膜215を形成する。本実施例では、プラズマCVD法を用いて、TEOSとO₂の混合ガスとして用いて成膜される酸化珪素膜211aを50nmの厚さに形成した。また、同じ処理室内に、上記のレーザー結晶化を行ったレーザー照射装置の次に、酸化珪素膜を成膜するプラズマ発生手段を配置した。その結果、同じ処理室内で、ゲート絶縁膜（2層）211の成膜、非晶質半導体膜213の成膜、レーザー結晶化、絶縁膜215の成膜の計5回の表面処理を連続的に行うことができた。このように、本発明では、プラズマ発生手段を固定して、被処理物の搬送方向に順に配置することで、同じ処理室内で複数の表面処理を連続的に行うことができる。その結果、外部からの汚染防止や所要時間の低減につながり、生産性が向上する。

【0036】

次いで、結晶質半導体膜 214 及び絶縁膜 215 を所望の形状にパターン加工して、半導体層 216、217 を形成した (図 4 (E) (G))。続いて、フォトリソグラフィ法を用いて、裏面露光を行って、レジストからなるマスク 218 を形成した。そして、第 1 のドーピング処理を行い、半導体層 216、217 に N 型を付与する不純物元素を低濃度に添加する。第 1 のドーピング処理はイオンドーピング法又はイオン注入法で行えば良い。イオンドーピング法の条件はドーズ量を $1 \times 10^{13} \sim 5 \times 10^{14} / \text{cm}^2$ とし、加速電圧を 40 ~ 80 keV として行う。また N 型を付与する不純物元素としては、15 族に属する元素を用いれば良く、代表的にはリン (P) 又は砒素 (As) を用いる。本実施の形態では、イオンドーピング法でドーズ量を $5.0 \times 10^{13} / \text{cm}^2$ 、加速電圧を 50 keV、N 型を付与する不純物元素として P (リン) を用いて、自己整合的に不純物領域を形成した。このとき、前記不純物領域には $1 \times 10^{18} \sim 1 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ の濃度範囲で N 型を付与する不純物元素が添加された。

【0037】

続いてレジストからなるマスク 218 を除去した後、新たにレジストからなるマスク 219 を形成して、第 1 のドーピング処理よりも高い加速電圧で第 2 のドーピング処理を行う (図 5 (A))。イオンドーピング法の条件はドーズ量を $1 \times 10^{13} \sim 3 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ とし、加速電圧を 60 ~ 120 keV として行う。本実施の形態では、ドーズ量を $3.0 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ とし、加速電圧を 65 keV の条件下でドーピング処理を行った結果、不純物領域 220 には $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{21} / \text{cm}^3$ の濃度範囲で N 型を付与する不純物元素が添加された。また、不純物元素が全く添加されない領域又は微量の不純物元素が添加された領域 (総称してチャネル形成領域とよぶ) 240 が形成された。

【0038】

次いで、レジストからなるマスク 219 を除去した後、新たにレジストからなるマスク 221 を形成する (図 5 (B))。その後、第 3 のドーピング処理を行い、P チャネル型 TFT の活性層となる半導体層に、前記第 1 の導電型とは反対の導電型を付与する不純物元素が添加された不純物領域を形成する。本実施例では、レジストからなるマスク 221 を不純物元素に対するマスクとして用いて、

P型を付与する不純物元素を添加し、自己整合的に不純物領域222を形成した。また、ドーズ量が $1 \times 10^{16}/\text{cm}^2$ 、加速電圧が80 keVの条件下で、ジボラン(B_2H_6)を用いたイオンドープ法で形成した。本ドーピング処理によって、P型を付与する不純物元素の濃度が $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{21} \text{atoms}/\text{cm}^3$ となるようにドーピング処理された。またチャンネル形成領域241が形成された。

【0039】

なお、ドーピング処理を行う条件を適宜変えて、2回以上の複数回のドーピング処理で所望の不純物領域を形成しても良い。

【0040】

そして、絶縁膜からなる第1の層間絶縁膜223を形成する(図5(C))。この第1の層間絶縁膜231としては、プラズマCVD法を用い、厚さを100~200 nmとして珪素を含む絶縁膜で形成する。本実施例では、プラズマCVD法により膜厚100 nmの酸化窒化珪素膜223を形成した。次に、第1の層間絶縁膜223上に、第2の層間絶縁膜224を形成する。第2の層間絶縁膜224としては、CVD法によって形成された酸化珪素膜、SOG (Spin On Glass) 法又はスピコート法によって塗布された酸化珪素膜、アクリル等の有機絶縁膜又は非感光性の有機絶縁膜が0.7~5 μm (好ましくは2~4 μm) の厚さで形成する。本実施例では、CVD法で膜厚1.6 μm のアクリル膜50を形成した。なお第2の層間絶縁膜224は、基板200上に形成されたTFTによる凹凸を緩和し、平坦化する意味合いが強いので、平坦性に優れた膜が好ましい。

【0041】

次に、第2の層間絶縁膜224上に、第3の層間絶縁膜225を形成する。第3の層間絶縁膜225は、CVD法で、窒化珪素膜または窒化酸化珪素膜を0.1~0.2 μm の厚さで形成する。本実施例では、CVD法で窒化珪素膜225を0.1 μm の厚さで形成した。第1乃至第3層間絶縁膜231~233を設けることにより、酸素や空気中の水分をはじめ各種イオン性の不純物の侵入を阻止するブロッキング作用を得ることができる。本発明では、第1乃至第3の層間絶縁膜223~225の成膜は、図3に示すようにプラズマ供給手段を進行方向に順に配置することで、連続的に行った。

【0042】

そして、ドライエッチング又はウエットエッチングを用い、コンタクトホールを形成する（図5（D））。本実施の形態では、第1乃至第3の層間絶縁膜223～225をエッチングし、不純物領域220、222に達するコンタクトホールを形成した。次いで、各不純物領域と電氣的に接続される配線226～229を形成する。本実施の形態では、配線226～229は、膜厚100nmのTi膜、膜厚350nmのAl膜、膜厚100nmのTi膜をスパッタリング法で連続形成して積層し、所望の形状にパターニング及びエッチングを行って形成した。なお、三層構造に限らず、二層以下の構造、四層以上の積層構造にしてもよい。また配線の材料としては、Al、Tiに限らず、他の導電膜を用いても良い。

【0043】

以上の工程により、Nチャネル型TFET242とPチャネル型TFET243とを有する画素部を同一基板上に形成することができる。このときの上面図を図5（E）に示す。

【0044】

Nチャネル型TFET242は、ゲート電極209と重なるチャネル形成領域240、ソース領域またはドレイン領域として機能する不純物領域220を有する。また、Pチャネル型TFET243は、ゲート電極210と重なるチャネル形成領域241、ソース領域またはドレイン領域として機能する不純物領域222を有する。

【0045】

本実施例では、被処理物の複数回の表面処理を同一の処理室で連続的に行うことができる。そのため、作製工程における所要時間が減少し、生産性が向上する。また、異なる処理室で各々の表面処理を行う場合に比べて、作製工程が簡略化するため、製造歩留まりが改善され、製造コストが低減する。

【0046】**【発明の効果】**

本発明は、加熱したガスを吹き付けることで被処理物を均一に加熱し、また前記ガスにより被処理物を水平かつ非接触状態で浮上させるとともに移動させて、

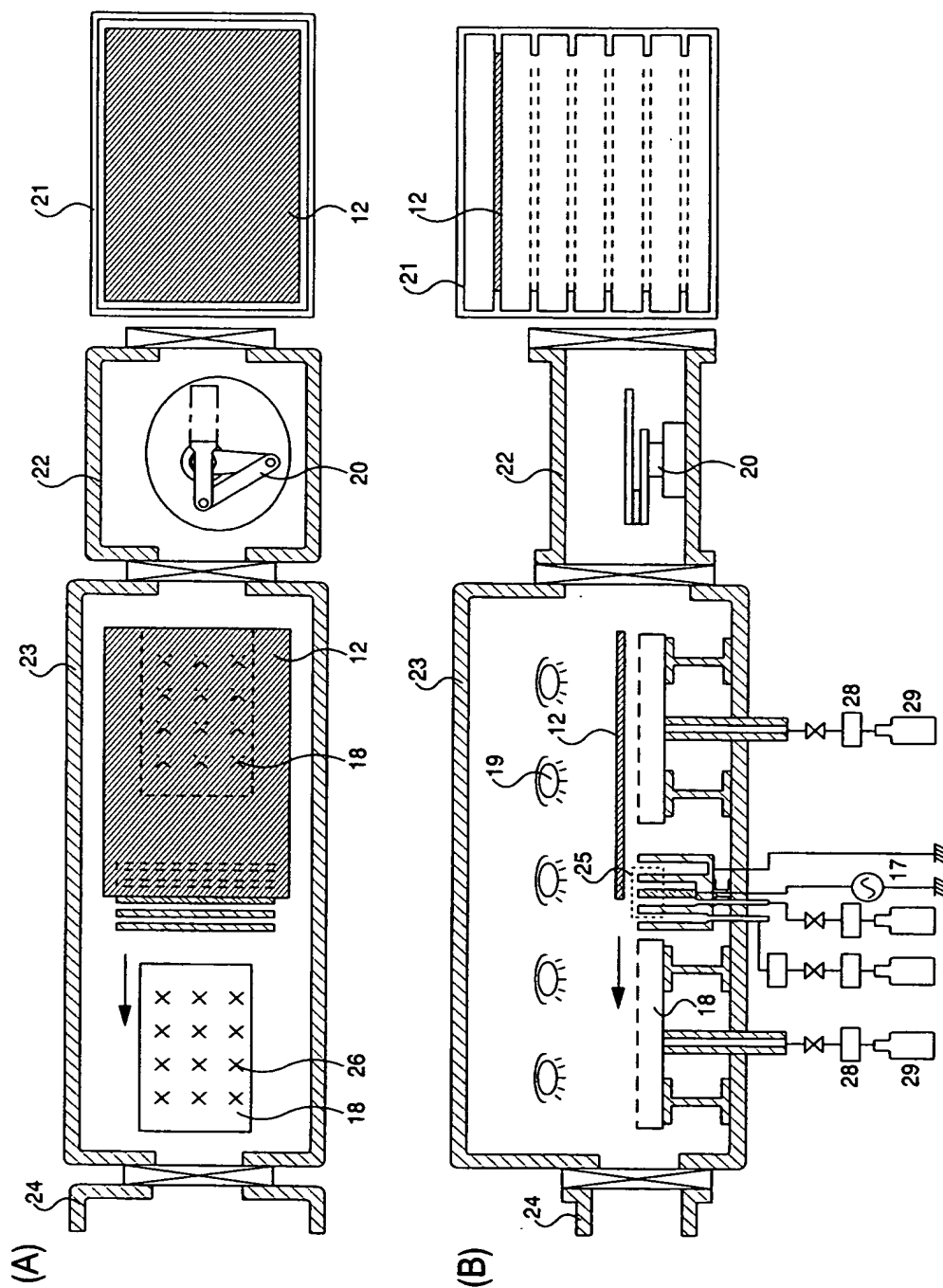
効率よくプラズマ処理を行うプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法を提供する。また、垂直方向と斜め方向に気体を噴射する気流制御手段により被処理物の全面を移動させ、かつ気流制御手段において被処理物に対し吹き付けと吸引を同時に行って被処理物の浮上高さを調整し、また被処理物の水平精度をガス流量で調整して被処理物の高さを精密に調整する。上記構成を有する本発明は、プラズマと被処理物の間の制御を容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

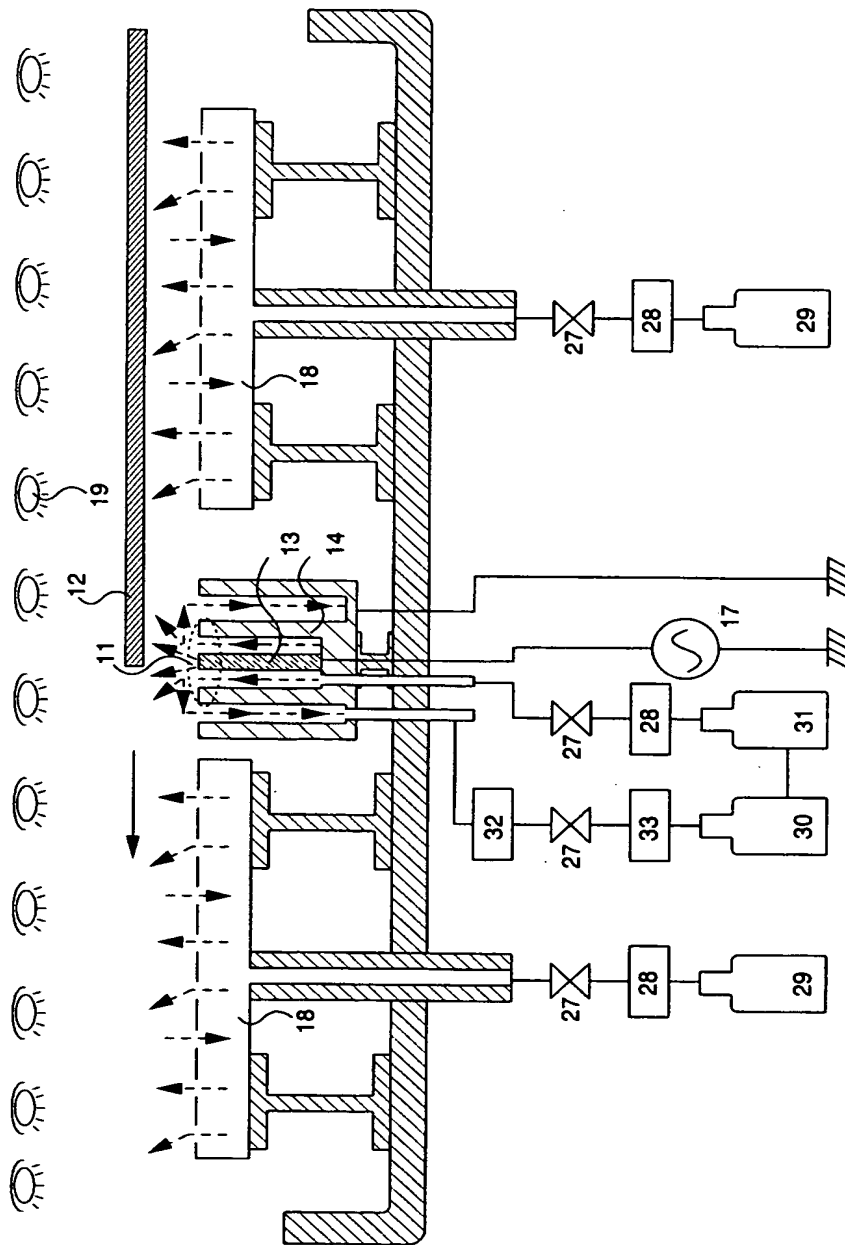
- 【図 1】 本発明のプラズマ処理装置を示す図。
- 【図 2】 本発明のプラズマ処理装置を示す図。
- 【図 3】 本発明のプラズマ処理装置を示す図。
- 【図 4】 薄膜トランジスタの作製工程を示す図。
- 【図 5】 薄膜トランジスタの作製工程を示す図。
- 【図 6】 本発明のプラズマ処理装置を示す図。

【書類名】 図面

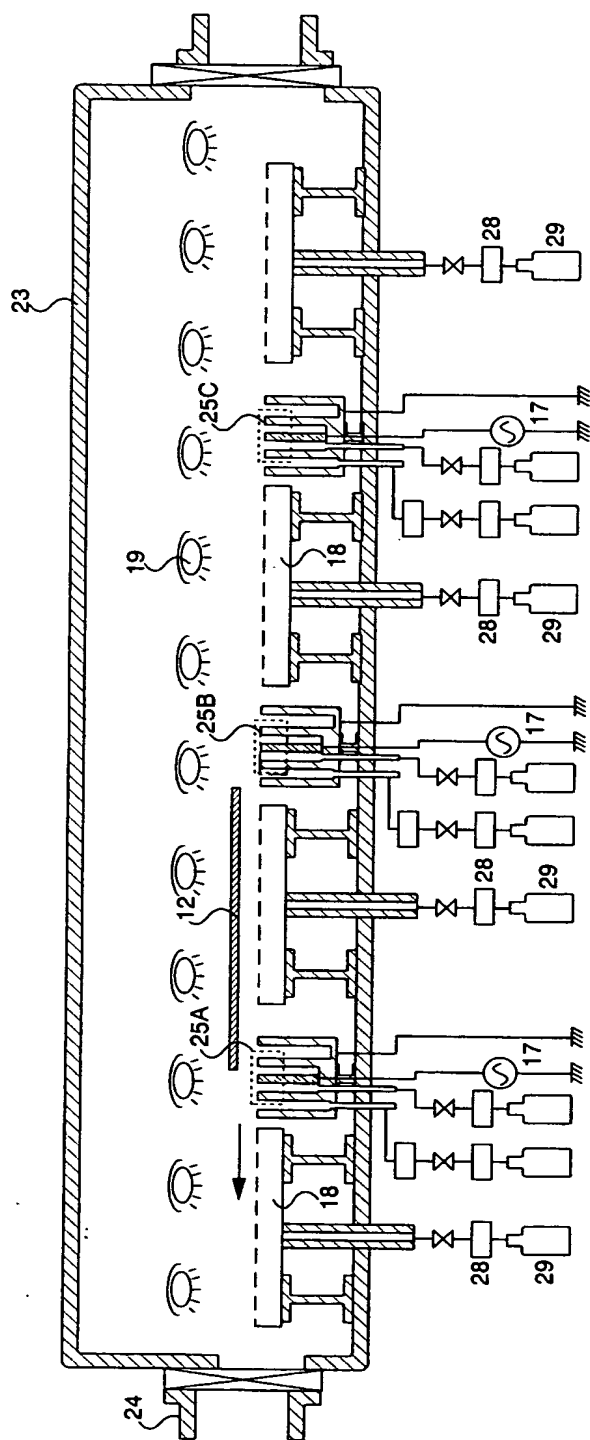
【図 1】



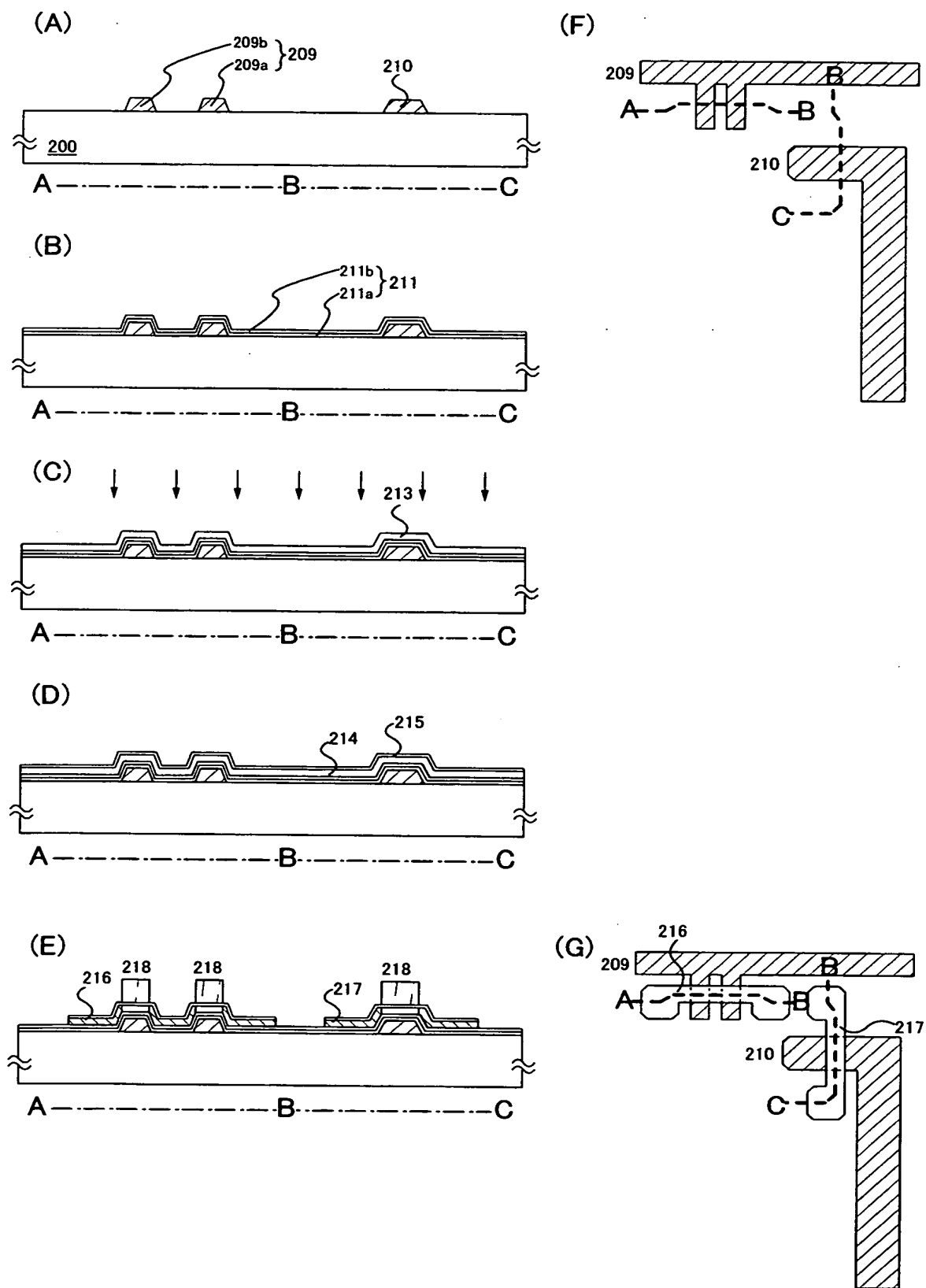
【図 2】



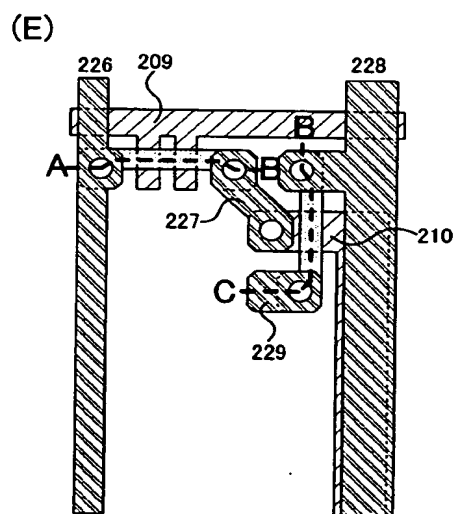
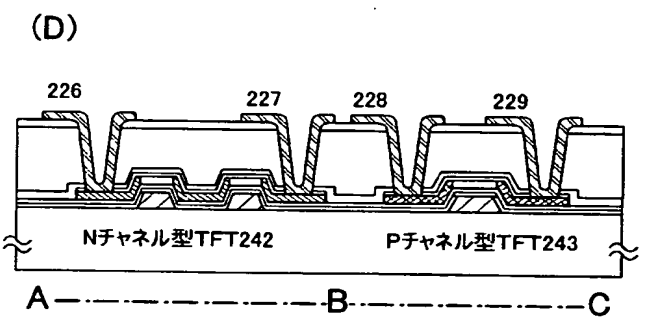
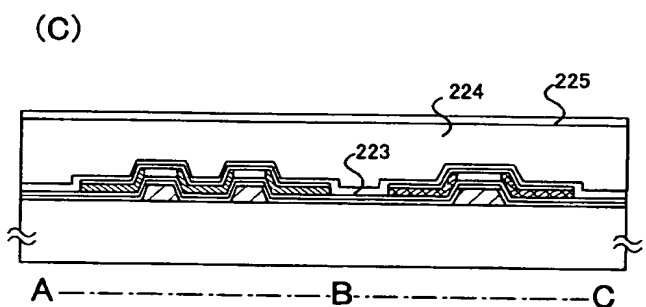
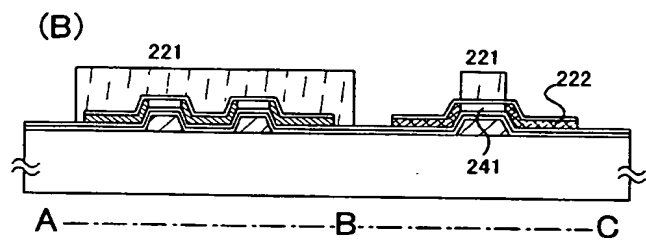
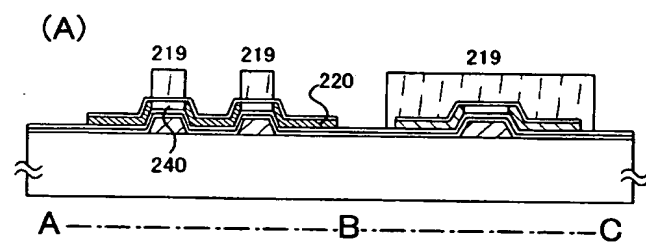
【図 3】



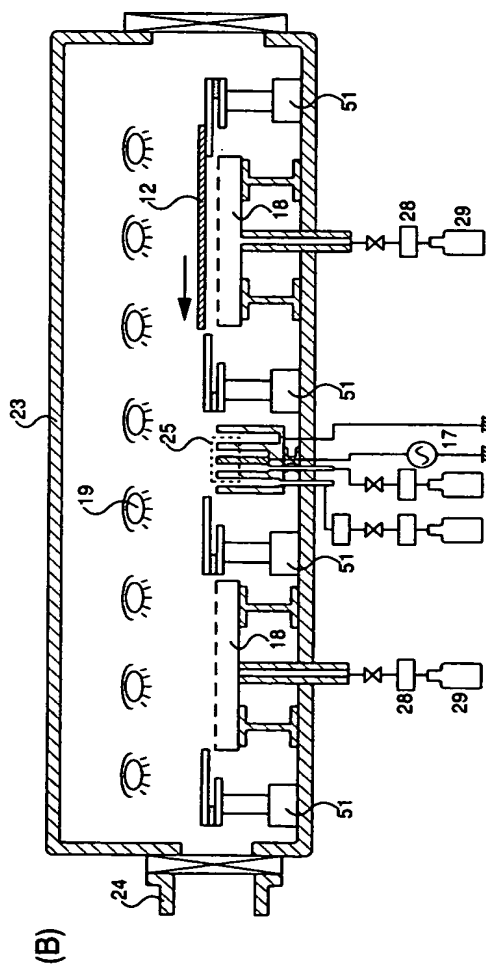
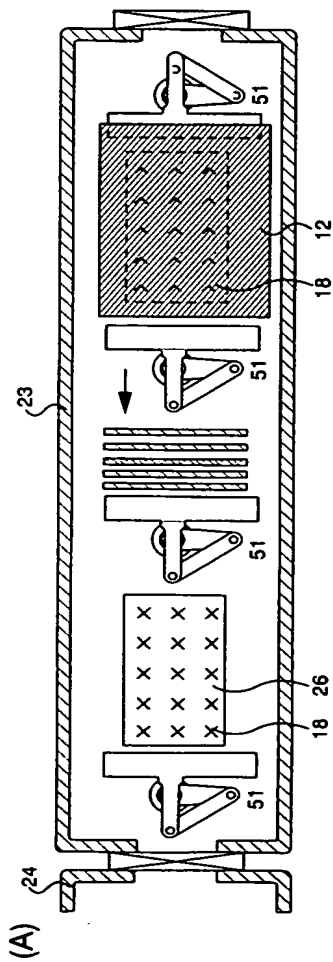
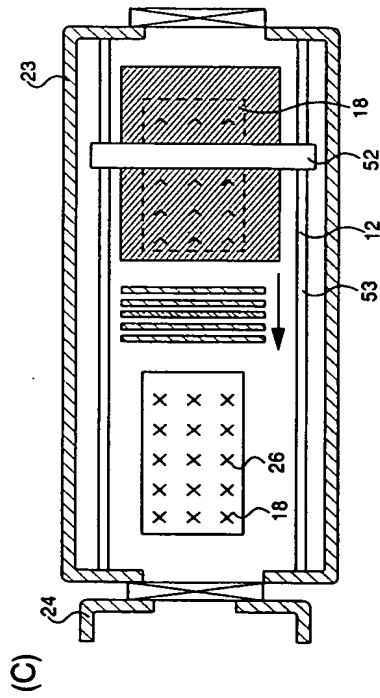
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プラズマと被処理物との距離の精密な制御を可能とし、厚さが薄く大型化した基板の搬送を容易にしたプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法を提供する。

【解決手段】 本発明は、大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で第1及び第2の電極間にプロセス用ガスを導入するガス供給手段と、前記プロセス用ガスが導入された状態で、前記第1又は前記第2の電極に高周波電圧を印加してプラズマを発生させるプラズマ発生手段と、前記プロセス用ガス又は搬送用ガスを被処理物に吹き付けることで、前記被処理物を浮上させて搬送する搬送手段とを有する。そして、前記プラズマ及び前記被処理物の相対位置を移動して、前記被処理物の表面にエッチング処理、アッシング処理、プラズマCVD法による薄膜の成膜、又は前記プラズマを用いて部品のクリーニング処理を行う。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 3 5 8 7 8 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 5 3 8 7 8]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地

氏 名

株式会社半導体エネルギー研究所